

ТОМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОГО КАЛИБРОВОЧНОГО ОБЪЕКТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

Ю. А. Зубкова, Е. А. Бушмина, А. А. Григорьева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: yaz8@tpu.ru

На сегодняшний день лечение онкологических заболеваний зачастую проводят с помощью лучевой терапии. В связи с тем, что имеется вероятность негативного проявления ионизирующего излучения, под разрушающим действием могут оказаться не только злокачественные клетки опухоли, но и здоровые клетки организма [1]. Таким образом возникает необходимость в проведении дозиметрического планирования процедур лучевой терапии. Проведение подобных процедур можно осуществить с помощью тканеэквивалентных дозиметрических фантомов. Подобные фантомы представляют собой модель тела человека, предназначенную для измерения поглощенной дозы ионизирующего излучения. Использование фантомов позволяет оценить распределение дозы в облученном объекте.

Дозиметрические фантомы изготавливаются из тканеэквивалентных материалов, обладающих составом близким к биологическим тканям. Они выполняются как в виде простых геометрических фигур, так и имитируя очертания тела человека. Фантомы, повторяющие свойства и размеры отдельных органов и тканей и изготавливающиеся на основе томографических данных пациента, называются индивидуальными. Авторами работы [2] предложено создавать такие фантомы с помощью применения технологии послойного наплавления.

Для исследования возможности реализации предложенного подхода был создан калибровочный объект с цилиндрическим сечением, содержащий участки шести различных плотностей, расположенных сложным образом. Калибровочный объект изготавливался с помощью устройства трехмерной печати Original Prusa i3 MK3 из чистого ПЛА пластика (полилактид) и ПЛА пластика с медной примесью. Дополнительно варьировался коэффициент заполнения для каждой зоны изделия.

Томографические данные сложного калибровочного объекта были получены на компьютерном томографе медицинского назначения Siemens Somatom Emotion 6. С помощью программного пакета RadiAnt DICOM Viewer были определены значения индексов Хаунсфилда для каждой зоны объекта. Были получены калибровочные зависимости индексов Хаунсфилда от параметров изготовления отдельных элементов объекта с учетом их взаимного расположения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10052).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии. Часть 1. Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами. Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 500 с.
2. Красных А. А. и др. Разработка способа экспериментальной верификации дозиметрического планирования лучевой терапии //Сборник материалов XII Всероссийской конференции молодых ученых-онкологов, посвященной памяти академика РАМН НВ Васильева «Актуальные вопросы фундаментальной и



клинической онкологии», 27–28 апреля 2017 г., г. Томск/под ред. Е. Л. Чойнзонова, Э. В. Галажинского, Н. В. Чердынцевой. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017.–150 с. – 2017.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЖНЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ «PuO₂–ThO₂–MgO» ДЛЯ ПЛУТОНИЙ-ТОРИЕВОГО ДИСПЕРСИОННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

К.С. Иванов, И.Ю. Новоселов, А.Е. Тихонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ksi5@tpu.ru

Для дальнейшего развития ядерной энергетики перспективным является плутоний-ториевое дисперсионное ядерное топливо (ДЯТ) из оксидов делящихся металлов (плутоний, торий), равномерно распределенных в оксидной матрице, имеющей высокую теплопроводность и низкое сечение резонансного поглощения нейтронов [1]. При использовании изотопов торий-232 и плутоний-239 отпадает необходимость в дорогостоящем изотопном обогащении и появляется возможность создания энергетических установок сверхмалой (до 10 МВт) и малой (до 100 МВт) мощности.

В отличие от применяемых методов получения сложных оксидных композиций (СОК) путем раздельного получения и механического смешения оксидов металлов, плазмохимический синтез СОК из диспергированных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент (спирты, кетоны), имеет следующие преимущества [2]: одностадийность, гомогенное распределение фаз с заданным стехиометрическим составом, возможность активно влиять на размер и морфологию частиц, низкие энерго- и трудозатраты.

В работе представлены результаты исследований процесса плазмохимического синтеза СОК из диспергированных растворов ВОНР, включающих ацетон и смешанные водные нитратные растворы самария (вместо плутония), церия (вместо тория) и магния. Подготовленные растворы ВОНР подавались (300 л/ч) через диспергатор в реактор плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона, где в воздушно-плазменном потоке при температурах ≥ 1000 °С осуществлялся синтез СОК, затем в узле «мокрой» очистки происходило их резкое охлаждение («закалка») с образованием водных суспензий, которые отстаивали, фильтровали и прокачивали в течение 20 минут при температуре 150 °С. В ходе исследований проводились лазерная дифракция водных суспензий СОК, сканирующая электронная микроскопия, БЭТ-анализ и рентгенофазовый анализ полученных порошков. Установлено, что при расходе воды на «закалку» (2,8 кг/с), частоте диспергатора (50 Гц) и различных значениях $\alpha = \text{Sm}/(\text{Sm} + \text{Nd})$ увеличение доли MgO (10...30 %) в составе СОК «Sm₂O₃–Ce₂O₃–MgO» приводит к снижению размера частиц водных суспензий СОК с 9,4 до 7,4 мкм (при $\alpha = 0,1$); с 12,9 до 5,3 мкм (при $\alpha = 0,2$) и с 6,6 до 4,7 мкм (при $\alpha = 0,3$). При этом размер «зерен» в частицах СОК не превышает 90 нм, что подтверждает плазмохимический синтез наноразмерных СОК из растворов ВОНР.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-19-00136).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.В., Зайцев В.А., Толстоухов С.С. Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, 2015. – 248 с.